

**Письменный отзыв официального рецензента  
на диссертационную работу Әнуарбек Шынар Нұрланқызы  
по теме: «Идентификация локусов количественных признаков компонентов  
урожайности твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) на основе методологии  
полногеномного анализа ассоциаций»,  
представленную на соискание ученой степени доктора философии (Ph.D.)  
по специальности «бD070100-Биотехнология»**

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u></p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Диссертация выполнена в рамках проекта: «Картирование QTL хозяйственно-ценных признаков твердой пшеницы <i>Triticum durum</i> Desf. на основе полногеномных исследований ассоциаций» (Номер государственной регистрации: 0118РК00250, 2018-2020 гг.) по бюджетной программе МОН РК 217 «Развитие науки», подпрограммы 102 «Грантовое финансирование научных исследований» на 2018-2020 гг. Приоритет: 4. Наука о жизни и здоровье. Подприоритет: 4.1 Фундаментальные и прикладные исследования в области биологии. – Физиологические, биохимические и молекулярно-генетические механизмы жизнедеятельности растений, животных и человека, их адаптации к биотическим и абиотическим факторам среды обитания.</p>
2.	Важность для науки	<p><u>Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта</u></p>	<p>Работа вносит существенный вклад в развитие биотехнологии, важность данной диссертации хорошо раскрыта в работе. Автором с использованием новых геномных технологий проведены исследования по идентификации QTL хозяйственно-ценных признаков твердой пшеницы. Результаты этих исследований позволяют решить конкретную практически значимую научную проблему – повышение эффективности селекции твердой пшеницы на адаптивность и урожайность.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <p>1) <u>Высокий;</u></p> <p>2) Средний;</p> <p>3) Низкий;</p>	<p>В рамках работы над темой исследований Әнуарбек Ш.Н. показала высокий уровень самостоятельности, ею получен ряд важных и новых результатов на ос-</p>

		4) Самостоятельности нет	нове исследований. Диссертант самостоятельно обосновала и доказала научные положения, выносимые на защиту, аргументировала актуальность темы исследований. Диссертация является результатом непосредственного участия и профессиональной деятельности соискателя в научных экспериментах, анализе и интерпретации их результатов, подготовке публикаций научных статей.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u> ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертационной работы полностью обоснована. Диссертантом доказано, что использование современных высокотехнологичных методов полногеномного ассоциативного картирования открывает новые возможности для создания продуктивных сортов твердой пшеницы, адаптированных к условиям возделывания. В этой связи разработка новых информативных ДНК-маркеров для анализа потенциала продуктивности сортов и линий твердой пшеницы, совершенствование технологии идентификации QTL хозяйственно-ценных признаков, связанных с показателями адаптивности и урожайности пшеницы, позволит повысить технологичность и эффективность практической селекции. Разработка и использование геномных технологий молекулярного маркирования является актуальным направлением для практической селекции любой сельскохозяйственной культуры. Проблема изучения генетических ресурсов твердой пшеницы, решению которой посвящена диссертация, еще недостаточно изучена в мировой практике, в этой связи, актуальность данной работы не вызывает сомнений.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертации ясно отражает тему диссертации и защищаемые положения. Все разделы и положения диссертации полностью логически взаимосвязаны, а предложенные Энуарбек Ш.Н. новые решения аргументированы.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u> ; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	В диссертации четко сформулированы цель и задачи исследования, при этом они полностью соответствуют теме диссертации.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Все разделы и положения диссертации полностью логически взаимосвязаны,

		<p>1) <u>полностью взаимосвязаны</u>;</p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>следующие из них выводы являются результатом исследований, проведенных с использованием современных, обоснованно выбранных методов геномики, молекулярной биологии и генетики, основаны на объективных данных, обработаны методами статистического анализа.</p>
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <p>1) <u>критический анализ</u> есть;</p> <p>2) анализ частичный;</p> <p>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p>	<p>На основе критического анализа существующих методов практической селекции, автором предложены новые методы решения проблемы идентификации QTL-локусов, ассоциированных с адаптивностью и урожайностью твердой пшеницы. Разработанные диссертантом новые информативные методы SNP- и KASP-маркирования сортообразцов твердой пшеницы аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями, имеется критический анализ, сравнивающий предложенные в работе решения с решениями других авторов и выражающий собственное мнение диссертанта.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Новизна научных результатов заключается в идентификации новых информативных ДНК-маркеров, связанных с адаптивностью и компонентами урожайности твердой пшеницы на основе использования современных геномных технологий. Впервые с использованием GWAS-технологий были идентифицированы информативные QTL-локусы, связанные с продуктивностью твердой пшеницы в различных экологических условиях Казахстана. Эти научные результаты являются полностью новыми, ранее неизвестными, это подтверждается также и публикациями автора в международных изданиях, входящих в базу данных «Web of Science» и «Scopus».</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Выводы диссертации основаны на всестороннем анализе полученных результатов, касаются только собственных результатов исследований и являются полностью новыми. Абсолютно новыми можно считать выводы о выявлении 32 новых (ранее не известных) QTL локусов, ассоциированных с признаками адаптивности и урожайностью, а также выводы о разработке KASP-маркеров, контролируемых компоненты продуктивности твердой пшеницы.</p>

		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>полностью новые</u>;</li> <li>2) <u>частично новые</u> (новыми являются 25-75%);</li> <li>3) не новые (новыми являются менее 25%)</li> </ol>	<p>Технологические решения, используемые для достижения поставленной задачи, являются новыми, поскольку впервые на основе методов полногеномного анализа ассоциаций были разработаны новые KASP маркеры для скрининга продуктивных форм твердой пшеницы с высокой адаптивностью к условиям возделывания.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомах с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Все основные выводы закономерно вытекают из полученных результатов экспериментальных исследований, базируются на весомах с научной точки зрения теоретических исследованиях и большом количестве экспериментальных данных, хорошо обоснованы и сформулированы.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) доказано;</li> <li>2) скорее доказано;</li> <li>3) скорее не доказано;</li> <li>4) не доказано</li> </ol> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) да;</li> <li>2) нет</li> </ol> <p>7.3 Является ли новым?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) да;</li> <li>2) нет</li> </ol> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) узкий;</li> <li>2) средний;</li> <li>3) широкий</li> </ol> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) да;</li> <li>2) нет</li> </ol>	<p>Основные положения, выносимые на защиту, доказаны экспериментально и подтверждены результатами выполненных исследований.</p> <p>На защиту вынесено 5 положений:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экологически испытанные в северном и юго-восточном регионах Казахстана сорта и линии мировой коллекции твердой пшеницы, ранжированные по признакам адаптивности и урожайности, являются ценными источниками для селекционных программ Казахстана. Положение доказано результатами экспериментальных исследований, не является тривиальным вследствие использования современных знаний и стандартных методов, является новым, поскольку выделены новые образцы, ранее не используемые в производстве и селекции, имеет широкий уровень применения, т.к. полученные результаты могут быть применимы в селекционных программах. Подтверждается результатами публикаций соискателя.</li> <li>2. Идентифицированные в результате полногеномного анализа ассоциаций (GWAS) 59 локусов количественных признаков (QTL), ассоциированы с 5 важными показателями адаптивности и урожайности твердой пшеницы (время колошения, высота растения, длина колоса, количество продуктивных колосьев, масса 1000 зерен) при использовании 16425 SNP-маркеров, в условиях двух зон выращивания – в северном и юго-восточном зерносеющих регионах Казахстана.</li> </ol>

			<p>Положение доказано результатами исследований, является новым (впервые использована технология GWAS, использованы новые SNP-маркеры), не является тривиальным, имеет средний уровень потребления, поскольку представляет интерес для определенной группы специалистов вследствие необходимости использования высокотехнологичного оборудования, подтверждено в публикациях автора.</p> <p>3. Среди идентифицированных QTL 32 локуса являются предположительно новыми, статистически достоверно связанными с хозяйственно-ценными признаками твердой пшеницы в Казахстане. Данное положение доказано результатами исследований, не является тривиальным, имеет средний уровень потребления (применение возможно при наличии высокотехнологичного специфичного оборудования и специалистов в области молекулярной биологии), подтверждено в публикациях автора.</p> <p>4. Генетические паспорта перспективных сортов и линий твердой пшеницы Казахстана по SSR- и SNP-маркерам могут быть использованы для идентификации ценных генотипов и в маркер-опосредованной селекции твердой пшеницы. Положение доказано результатами экспериментальных исследований, не является тривиальным, является новым, поскольку впервые разработаны молекулярно-генетические паспорта сортов твердой пшеницы по результатам SSR- и SNP-маркирования, имеет широкий уровень применения, т.к. полученные результаты могут быть применимы в селекционных программах, патентовании и для защиты авторских прав. Подтверждается результатами публикаций соискателя.</p> <p>5. Создан набор KASP-маркеров, ассоциированных с хозяйственно-ценными признаками, как способ идентификации селекционно-ценных линий твердой пшеницы (<i>T. durum</i> Desf.). Положение доказано результатами экспериментальных исследований, не является тривиальным, является новым, поскольку впервые разработаны KASP-маркеры для экспресс-анализа потенциала урожайности сортов твердой пшеницы, имеет широкий уровень потребления, поскольку представляет интерес для специалистов в области традиционной</p>
--	--	--	---

			селекции растений, а также для генетиков и молекулярных биологов, поскольку позволяют использовать разработанные автором молекулярно-генетические маркеры для скрининга продуктивных форм твердой пшеницы. Подтверждается результатами публикаций соискателя, наличием патента на полезную модель.
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u> ; 2) <u>нет</u>	Выбор методологии исследования тщательно обоснован, используемые методы исследования подробно описаны в соответствующей главе диссертации.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) <u>да</u> ; 2) <u>нет</u>	Все результаты диссертационной работы были получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий статистического анализа данных.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) <u>да</u> ; 2) <u>нет</u>	Данная диссертационная работа носит экспериментальный характер, поэтому выявленные взаимосвязи и закономерности, обоснованы и подтверждены результатами исследований, достоверность которых подтверждена их статистической обработкой.
		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения диссертанта подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.
		8.5 Используемые источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	Автором диссертации проделан довольно большой литературный обзор научной литературы по теме исследования, использовано 248 источников, в т.ч. 63 – за последние 3 года.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) <u>нет</u>	Диссертация имеет теоретическое значение, поскольку получены новые данные о локусах количественных признаков, связанных с повышением урожайности

			твердой пшеницы в условиях Казахстана, а также предлагаются новые подходы маркерной селекции для скрининга продуктивных сортов твердой пшеницы.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Диссертация имеет практическое значение, поскольку существует высокая вероятность использования в традиционной селекции информативных ДНК-маркеров для скрининга селекционно-значимых образцов твердой пшеницы на ранних этапах отбора, а также внедрения в селекционные программы разработанных молекулярно-генетических паспортов, и выделившихся перспективных сортов твердой пшеницы.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Степень новизны практических предложений и рекомендаций довольно высокая. Предложения для практического использования – молекулярно-генетические маркеры, ассоциированные с элементами продуктивности твердой пшеницы, перспективные сорта твердой пшеницы, выделившиеся по результатам экологического сортоиспытания в различных регионах Казахстана, генетические паспорта по результатам SSR и KASP-генотипирования, являются новыми.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма – высокое. Однако имеются некоторые недостатки, выявленные при рецензировании данной работы: 1. Рисунок 7 – не указаны средние многолетние значения температуры и количества осадков для регионов, где проводились исследования. 2. Не указаны сортообразцы, используемые в качестве отрицательного контроля при проведении KASP-генотипирования. 3. На рисунке 11 «GGE-биplot образцов твердой пшеницы по компонентам урожайности» следует указать период, за который учитываются данные. 4. С какой целью проводился анализ главных координат на образцах тетраплоидной пшеницы, если объектом исследования являлись сорта твердой пшеницы? 5. В таблице В (Приложение В) указаны профили 29 сортов твердой пшеницы и 15 линий конкурсного сортоиспытания (КСИ) по полиморфным KASP-маркерам. Чем можно объяснить идентичность аллельных вариаций у некоторых сортов

			с идентичными аллелями KASP, например, Алмаз-Granizo-Костанайская 52; Каргала-69 и Ac Navigator, Харьковская 46 и Г2601 и т.д.?
--	--	--	---

**Заключение:** В целом, незначительные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы, которая имеет большой прикладной потенциал, выполнена на высоком научно-методическом уровне. Диссертационная работа выполнена на актуальную тему, характеризуется новизной и практической ценностью. Все поставленные задачи решены в полном объеме.

По содержанию полученного материала, его анализу и объему диссертационная работа Энуарбек Шынар Нұрланқызы «Идентификация локусов количественных признаков компонентов урожайности твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) на основе методологии полногеномного анализа ассоциаций» соответствует требованиям Комитета по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, а ее автор Энуарбек Ш.Н. заслуживает присуждения ученой степени доктора PhD специальности «6D070100-Биотехнология»

**Официальный рецензент:**  
кандидат биологических наук,  
и.о. заведующего лабораторией  
геномики растений и биоинформатики  
РГП «Национальный центр биотехнологии»



Хапилина О.Н.